

73157-JS
USN 097351,458

(19) 日本国特許庁 (J P) (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-91485
(P2000-91485A)
(43) 公開日 平成12年3月31日(2000.3.31)

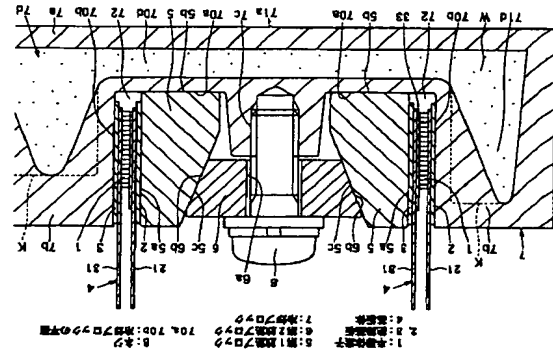
(51) Int.Cl.	識別記号	特許平11-13489	(71) 出願人
H01L 23/473	P I		株式会社デンソー
H01L 23/36	H01L 23/46		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
23/40	Z		中瀬 好美
23/36	D		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社
			社デンソー内
			手嶋 孝紀
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社
			社デンソー内
			右高 幸紀
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社
			社デンソー内
			100100022
			弁理士 伊藤 洋二 (外1名)

(54) 発明の名称 半導体装置

(57) 【要約】

【課題】 半導体素子を用いる半導体装置の素子放熱構造において、組付の容易化、構造の簡素化、装置の格納性向上、半導体素子を搭載基板と放熱体との密着性向上を実現する。

【解決手段】 半導体素子1は、一対の高熱伝導性の絶縁基板2、3の間に挟まれて基板4を構成し、この基板4は第1放熱ブロック5と冷却ブロック7との間の押入部72にて圧接されている。圧接は、ネジ8を締め付けられた第2放熱ブロック6が、第1放熱ブロック5を冷却ブロック7の直交する平面70a及び70bに押圧することで行なわれる。絶縁基板2、3の外周と両ブロック5、7、及び両ブロック5、7の接合界面には、面熱伝導性を有する樹脂材9a及び樹脂材9bに包まれた熱伝導性の配合材9cからなる高熱伝導放熱材9が介在している。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体素子(1)は熱伝導性を有する一対の絶縁基板(2、3)で挟んでなる基板(4)と、前記基板(4)における半導体素子(1)から発生する熱を放熱するための放熱体(5、7)とを備え、前記放熱体(5、7)には前記基板(4)が押入される凹部(72)が設けられ、前記放熱体(5、7)に押入される前記基板(4)を前記放熱体(5、7)に固定する固定部材(6、8、14、20)を有し、前記基板(4)と前記固定部材(6、8)の押入方向が同一方向となっていることを特徴とする半導体装置。

【請求項2】 前記放熱体(5、7)には前記凹部(72)が複数個設けられており、前記固定部材(6、8、20)は、各々の前記凹部(72)に押入された前記基板(4)の全てに対して同一方向から同時に押さえつけること可能な一対の押さえ部材(20)を有していることを特徴とする請求項1に記載の半導体装置。

【請求項3】 前記放熱体は、内部に流れる冷却液路(7d)を備える冷却ブロック(7)と、この冷却ブロック(7)に接続する熱伝導性を有する放熱ブロック(6)とから構成され、前記冷却ブロック(7)は、基台部(7a)とこの基台部(7a)から突出する突出部(7b)を有し、前記放熱ブロック(6)は、前記突出部(7b)と間隔を置いて対向する突出部(6a)を有し、前記冷却ブロック(6)の前記突出部(7b)と前記放熱ブロック(6)の前記突出部(6a)との間隔が、前記凹部(72)として構成されていることを特徴とする請求項1または2に記載の半導体装置。

【請求項4】 前記固定部材(6、8、14、20)は、前記冷却ブロック(7)に押入される際に、前記放熱ブロック(6)を前記押入方向に押圧して前記冷却ブロック(7)に支持させる支持部材(8)と、前記冷却ブロック(8)の押入により、前記突出部(6a)を前記突出部(7b)方向に押圧して前記基板(4)を前記突出部(72)に圧接する押圧部材(6、14)とから構成されていることを特徴とする請求項3に記載の半導体装置。

【請求項5】 前記放熱体は、内部に流れる冷却液路(7d)を備える冷却ブロック(7)と、この冷却ブロック(7)に接続する熱伝導性を有する放熱ブロック(6)とから構成され、前記冷却ブロック(7)は、基台部(7a)と、この基台部(7a)から同一方向に突出する第1の突出部(7b)及び第2の突出部(7c)とを有し、前記冷却ブロック(7)における前記基台部(7a)と前記第1の突出部(7b)と前記第2の突出部(7c)とにより囲まれる空間が、前記凹部(72)として構成

されており、前記基板(4)は、前記凹部(72)内にて、前記基台部(7a)と前記放熱ブロック(6)との間に挟まれていることを特徴とする請求項1または2に記載の半導体装置。

【請求項6】 前記固定部材(6、8)は、前記冷却ブロック(7)に押入された際に、前記放熱ブロック(6)を前記第1の突出部(7a)方向に押圧して前記冷却ブロック(7)に支持させる支持部材(8)と、前記支持部材(8)の押入により、前記放熱ブロック(6)を前記押入方向に押圧して前記基板(4)を前記凹部(72)に圧接する押圧部材(6)とから構成されていることを特徴とする請求項5に記載の半導体装置。

【請求項7】 前記押圧部材(6)は熱伝導性を有する部材であることを特徴とする請求項4または6に記載の半導体装置。

【請求項8】 半導体素子(1)は熱伝導性を有する一対の絶縁基板(2、3)で挟んでなる一対の基板(4)と、前記各基板(4)における半導体素子(1)から発生する熱を放熱するための放熱体(5、7)と、前記各基板(4)に接続する共通の押圧部材(6)とを備え、前記押圧部材(6)を前記放熱体(7)に支持することにより、前記各基板(4)を押しつけて前記放熱体(5、7)に固定させるようにしたことを特徴とする半導体装置。

【請求項9】 半導体素子(1)及び該半導体素子(1)を格納する絶縁基板(2、3)からなる高熱伝導性の基板(4)と、前記各基板(4)における半導体素子(1)から発生する熱を放熱するための放熱体(5、7)とを備える半導体装置であって、前記放熱体(7)内部には、前記高熱伝導性の半導体素子(1)を放熱させるための冷却液路(7d)を備える単一の冷却液路(7d)が形成されていることを特徴とする半導体装置。

【請求項10】 前記冷却液路(7d)は、前記放熱体の基板(4)全体に及び主通路(70d)と前記各基板(4)の片面近傍に延びる副通路(71d)とから構成されていることを特徴とする請求項9に記載の半導体装置。

【請求項11】 前記放熱体(5、7)は、前記冷却液路(7d)が形成された冷却ブロック(7)と、前記各基板(4)の他面に接続するとともに、前記各基板(4)の他面と接続する部位以外に前記冷却ブロック(7)に接続する熱伝導性の放熱ブロック(5)とから構成されていることを特徴とする請求項10に記載の半導体装置。

【請求項12】 前記基板(4)と前記放熱体(5、7)とを構成する空間が、前記凹部(72)として構成

7) とは、耐熱性かつ柔軟性を有する樹脂材 (9a) 及び樹脂層材 (9a) に内包された熱伝導性の配合材 (9b) からなる密着材 (9) を介して、接続していることを特徴とする請求項1ないし11のいずれか1つに記載の半導体装置。

【請求項13】 半導体素子 (1) と、この半導体素子 (1) と接続し前記半導体素子 (1) から発生する熱を放熱するための放熱体 (7) とを備える半導体装置であって、

前記放熱体 (7) において前記半導体素子 (1) の搭載部と反対側の部位 (71a) は、平坦面となっていることを特徴とする半導体装置。

【請求項14】 半導体素子 (1) と、この半導体素子 (1) を搭載する絶縁基板 (2、3) と、この絶縁基板 (2、3) に接続配置され前記半導体素子 (1) から発生する熱を放熱するための放熱体 (5、7) とを備える半導体装置において、

前記絶縁基板 (2、3) と前記放熱体 (5、7) との間には、耐熱性かつ柔軟性を有する樹脂材 (9a) 及び樹脂層材 (9a) に内包された熱伝導性の配合材 (9b) からなる密着材 (9) が介在していることを特徴とする半導体装置。

【請求項15】 前記樹脂材 (9a) は、弾性率が10MPa以下の熱硬化性樹脂であることを特徴とする請求項12または14に記載の半導体装置。

【請求項16】 前記配合材 (9b) は、Ag、Cu、Ni、Al、Sn、窒化アルミ、炭化珪素、窒化珪素、窒化ホウ素、シリコン、ダイヤモンド、炭素繊維、カーボンブラック、またはこれらの中から少なくとも一つを含有する請求項12、14及び15のいずれか1つに記載の半導体装置。

【請求項17】 前記配合材 (9b) は、大きさの異なる複数の粒子から構成されていることを特徴とする請求項12及び14ないし16のいずれか1つに記載の半導体装置。

【請求項18】 前記配合材 (9b) は、複数の粒子が連結したものからなることを特徴とする請求項12及び14ないし17のいずれか1つに記載の半導体装置。

【請求項19】 前記配合材 (9b) は、繊維または繊維を織った布もしくはメッシュであることを特徴とする請求項12及び14ないし16のいずれか1つに記載の半導体装置。

【請求項20】 前記配合材 (9b) は、液状もしくは凹凸形状に変形させた箔からなることを特徴とする請求項12及び14ないし16のいずれか1つに記載の半導体装置。

【請求項21】 前記配合材 (9b) は、柔軟性を有する芯材 (91b) とこの芯材 (91b) を覆う熱伝導性の放熱層 (92b) との2層構造からなることを特徴とする請求項12及び14ないし16のいずれか1つに記載

載の半導体装置。

【請求項22】 前記配合材 (9b) は、その表面に外方に向かって突出する複数の突起を有することを特徴とする請求項12及び14ないし16のいずれか1つに記載の半導体装置。

【請求項23】 前記絶縁体と、放熱方向に合わせて配置させたことを特徴とする請求項19に記載の半導体装置。

【請求項24】 前記絶縁体を少なくとも前記樹脂材 (9a) の表面から突出させた状態で、前記密着材 (9) を前記絶縁基板 (2、3) と前記放熱体 (5、7) との間を介在させたことを特徴とする請求項23に記載の半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、半導体素子を有する半導体装置に関するもので、特に、半導体素子の冷却構造に関し、例えばパワーMOSFETやIGBT等の半導体素子を有する半導体装置に用いて好適である。

【0002】

【従来の技術】 パワーMOSFETやIGBT等の半導体素子 (半導体チップ) は、大電流を制御する素子であるため、自己発熱が大きいため、上記半導体素子を冷却する手段として、半導体素子を放熱させるための放熱体として空冷式の放熱フィンや水冷式の冷却ブロック等を用いた空冷式な構成が提案されている (特開62-92349号公報、特開63-96946号公報、特開62-141761号公報、特開61-266849号公報、特開平3-20065号公報等)。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記従来構成においては、採用上、以下に述べるような種々の問題が生じる。例えば、放熱を大きくするために放熱フィンが大型になったり、また、放熱効率を高めるべく水冷式の冷却体を用いる場合でも、希薄である水の流路が必要であるため、この流路構成が複雑なものとなり、それによる装置の複雑化及び価格の大型化が生じてしまうという問題が生じる。

【0004】 また、半導体素子に対して放熱体を組付けする場合においても、両者の配置関係によっては、組付け手間がかかると、組付け性の問題も生じる。また、半導体装置の搭載性についても、例えば電気自動車等のインバータに用いる場合、半導体装置は、車両エンジンルーム内の限られたスペースに搭載されるが、放熱体が組付けられることで、装置が複雑化または大型化することにより、搭載性に問題が生じる。

【0005】 更に、複数の半導体素子を備える半導体装置においては、一つの半導体素子毎に放熱体を組付けたり、放熱体との配置関係によっては各半導体素子の配置に制約が生じる等の問題も生じる。また、放熱体と半

導体素子とは、通常、半導体素子を搭載する絶縁基板を介して接続し、半導体素子から放熱体へ熱を逃がすように放熱経路を形成しており、放熱性を高めるために、両者の凹凸やうねり等による隙間を埋めて密着性を高めるべく、一般に、密着材として放熱性のグリースを両者間に介在させている。

【0006】 しかし、本発明者等の検討によれば、放熱グリースにおいては、オイルを主成分としているため、素子の発熱 (例えば150℃以上) により低粘度化され、オイルが漏れだし上記密着性が悪くなってしまうため、放熱性が十分ではない。そこで、本発明は上記種々の実用上の問題点に鑑み、半導体素子を備える半導体装置の素子放熱構成において、新規な実用的構成を得ることを第1の目的とし、組付けの容易性を図ることを第2の目的とし、構造の簡素化を図ることを第3の目的とし、装置の搭載性向上を図ることを第4の目的とし、半導体素子を搭載する絶縁基板と放熱体との間の密着性を良好に維持することを第5の目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明者等は、上記種々の目的の少なくとも一つを達成するため、鋭意検討を行い、以下の技術的手段を奏用するに至った。即ち、請求項1記載の発明においては、半導体素子 (1) を熱伝導性を有する一対の絶縁基板 (2、3) で挟んだる基板体 (4) と、基板体 (4) の半導体素子 (1) から発生する熱を放熱すると共に基板体 (4) が挿入される凹部 (72) を有する放熱体 (5、7) と、放熱体 (5、7) に挿入され基板体 (4) を放熱体 (5、7) に固定する固定部材 (6、8、14、20) とを備え、基板体 (4) と固定部材 (6、8) の挿入方向を同一方向としたことを特徴としている。

【0008】 それによつて、半導体素子 (1)、一対の絶縁基板 (2、3) 及び固定部材 (6、8) の各部分が、放熱体 (5、7) に対して一方から挿入可能となるから組付けが容易とできる。さらに、本発明では、各部分が放熱体 (5、7) に対して一方から挿入可能であるため、半導体素子 (1) が複数の場合でも、放熱体 (5、7) の素子配置面に複数の凹部 (72) を自由(2) 次元的に配置でき、素子の配置自由度が高くなるという利点もある。

【0009】 そして、複数の凹部 (72) を放熱体 (5、7) に設けた場合、請求項2記載の発明のようになり、固定部材 (6、8、20) を、各々の凹部 (72) に挿入された基板体 (4) の全てに対して同一方向から同時に挿入させることが可能になり、格納部 (20) を有したものとすれば、複数の基板体の各々に対して固定作業を行う必要がなく、組付けが容易とできる。【0010】 また、請求項3記載の発明は、請求項1及び請求項2記載の半導体装置の具体的手段を提供するものである。即ち、放熱体は、内部に流路が設けられた流路

路 (7d) を備える冷却ブロック (7) と、この冷却ブロック (7) に接続する熱伝導性を有する放熱ブロック (5) とから構成され、冷却ブロック (7) は、基板部 (7a) と基板部 (7a) から突出する突出部 (7b) を有し、放熱ブロック (5) は、突出部 (7b) と間隔を隔てて対向する突出部対向面 (5a) とを有しており、冷却ブロック (7) の突出部 (7b) と放熱ブロック (5) の突出部対向面 (5a) との間に、凹部 (72) を構成したことを特徴としている。

【0011】 それにより、固定部材 (6、8、14) の挿入時に、基板体 (4) を両ブロック (5、7) の間に圧接保持できるので、半導体素子 (1) を両側から放熱することが可能となる。また、本発明では、別々の両ブロック (5、7) により凹部 (72) を構成しており、固定部材 (6、8、14) で押圧を行なう前では、基板体 (4) は凹部 (72) に挿入するだけで両ブロック (5、7) に挟まれて仮固定されるので、余分な組付け具が不要とでき、組付けが容易とできる。

【0012】 また、請求項4記載の発明は、請求項3における固定部材 (6、8、14) の具体的手段を提供するもので、冷却ブロック (7) に挿入された際に放熱ブロック (5) を挿入方向に押圧して冷却ブロック (7) に支持させる支持部材 (8) と、支持部材 (8) の挿入により突出部対向面 (5a) を突出部 (7a) 方向に押圧して基板体 (4) を凹部 (72) に圧接する押圧部材 (6、14) とから構成している。

【0013】 また、請求項5記載の発明も、請求項1及び請求項2記載の半導体装置の具体的手段を提供するものである。即ち、放熱体と、請求項3と同様の冷却ブロック (7) 及び放熱ブロック (5) より構成し、冷却ブロック (7) は、基板部 (7a) と、この基板部 (7a) から同一方向に突出する第1の突出部 (7b) 及び第2の突出部 (7c) とを有するものとし、冷却ブロック (7) における基板部 (7a) と第1の突出部 (7b) と第2の突出部 (7c) とにより囲まれる空間により、凹部 (72) を構成し、基板体 (4) を、凹部 (72) 内に、基板部 (7a) と放熱ブロック (5) との間に挟むようにしたことを特徴としている。

【0014】 それにより、請求項3の発明と同様に、基板体 (4) を両ブロック (5、7) の間に圧接保持できるので、半導体素子 (1) を両側から放熱することが可能となる。また、請求項6記載の発明は、請求項5における固定部材 (6、8) の具体的手段を提供するもので、冷却ブロック (7) に挿入された際に、放熱ブロック (5) を第1の突出部 (7a) 方向に押圧して冷却ブロック (7) に支持させる支持部材 (8) と、支持部材 (8) の挿入により、放熱ブロック (5) を挿入方向に押圧して基板体 (4) を凹部 (72) に圧接する押圧部材 (6) とから構成したことを特徴としている。【0015】 ここで、請求項7記載の発明のように、請

求項4及び請求項6記載の押圧部材(6)を熱伝導性を有する部材から成すれば、より放熱性が向上する。また、請求項8記載の発明では、半導体素子(1)を熱伝導性を有する一対の絶縁基板(2、3)で挟んでなる一対の基板体(4)と、各基板体(4)における半導体素子(1)から発生する熱を放熱するための放熱体(5、7)と、各基板体(4)に接する共通の押圧部材(6)とを備え、押圧部材(6)を放熱体(7)に支持することにより、各基板体(4)を圧圧して放熱体(5、7)に固定させるようにしたことを特徴としている。

【0016】それにより、1つの押圧部材(6)で一対の基板体(4)を固定できるから、組付工数が低減でき、組付が容易である。また、請求項9記載の発明では、半導体素子(1)及び該半導体素子(1)を搭載する絶縁基板(2、3)からなる複数個の基板体(4)を備える半導体装置において、各半導体素子(1)から発生する熱を放熱するための放熱体(5、7)の内部に、複数個の基板体(4)を冷却するための冷却溝が流れる単一の冷却流路(7d)を形成したことを特徴としており、例えば冷却流路をつなぐ別体の接続部材(パイプ等)等を不要で、構造の簡単な水冷式の半導体装置を提供できる。

【0017】また、請求項10記載の発明では、請求項9記載の冷却流路(7d)を、複数個の基板体(4)全体に及び主流路(70d)と各基板体(4)の片面近傍に及び副流路(71d)とから構成したことを特徴としており、基板体(4)において、特に冷却したい面を副流路(71d)近傍に配置することで、放熱性を向上できる。

【0018】また、請求項11記載の発明では、請求項10記載の放熱体(7)を、冷却流路(7d)が形成された冷却ブロック(7)と、各基板体(4)の他面と接する部位以外の部位にて冷却ブロック(7)に接触する熱伝導性の放熱ブロック(6)とから構成したことを特徴としている。本発明は、各基板体(4)即ち各半導体素子(1)の両面から放熱させる構成であるが、基板体(4)の片面は、冷却流路(7d)の副流路(71d)を渡れる冷媒によって効率的に放熱され、他面は放熱ブロック(6)を介して冷却ブロック(7)に放熱できるから、冷却流路(7d)を各基板体(4)の両面に回り込ませる必要がなく、簡単な流路構成とした水冷式の半導体装置を提供できる。

【0019】また、請求項12記載の発明では、請求項11ないし11記載の基板体(4)と放熱体(5、7)とは、耐熱性かつ柔軟性を有する樹脂材(9a)及び樹脂材(9a)に内包された熱伝導性の配合材(9b)からなる密着材(9)を介して、接触していることを特徴としている。本発明では、基板体(4)と放熱体(5、7)との接界面、すなわち絶縁基板(2、3)と放熱体(5、7)との接界面において、密着材(9)の介

項16記載の物質を用いることが好ましい。

【0026】また、請求項17記載の発明では、配合材(9b)を、大きな異なる複数の粒子から構成されているから、樹脂材(9a)へ効率的に充填させることができ、放熱性を向上できる。また、請求項18記載の発明のように、配合材(9b)を、複数の粒子が連結したものであるとしても、樹脂材(9a)への充填を効率的なものにできる。

【0028】また、請求項19ないし請求項22記載の発明は、それぞれ、配合材(9b)の具体的手段を提供するものである。また、請求項23記載の発明は、配合材(9b)を、樹脂または樹脂を織った布もしくはメッシュとした請求項19記載の配合材(9b)において、樹脂を放熱方向に含ませて配置させたことを特徴としている。それによって、樹脂の両端が、絶縁基板(2、3)と放熱体(5、7)とに接し、この縦断方向に放熱経路が確保される。

【0027】更に、請求項24記載の発明によれば、請求項23記載の発明において、樹脂を少なくとも樹脂材(9a)の表面から突出させた状態で、密着材(9)を絶縁基板(2、3)と放熱体(5、7)との間に介在させるようにしているから、絶縁基板(2、3)と放熱体(5、7)とに接する樹脂の両端において、接触が取りやすくなる。

【0028】なお、上記した括弧内の符号は、後述する実施形態記載の具体的な手段との対応関係を示す一例である。

【0029】

【発明の実施形態】(第1実施形態)本実施形態は、本発明の半導体装置を、半導体素子としてのIGBT(絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ)を水冷式の放熱体で冷却するIGBTモジュールであって、ハイブリッド等におけるバンデリットとモータの間で直流-交流変換を行なうインバータに適用している。

【0030】図1は本実施形態に係る半導体装置(IGBTモジュール)100の概略全体構成を示す一部を省略した図1にて透視部分(一点鎖線で示す)した斜視図、図2は図1のA矢視図、図3は図2のB-B断面図、図4は図3を部分拡大した断面図である。半導体装置100の概略を述べると、図1～図4に示す様に、半導体装置100は、一対の高熱伝導性の絶縁基板2、3の間に1個あるいは複数個の半導体素子1を挟んで基板体4を構成した後、放熱ブロック5及び6によって、冷却ブロック7に圧接してなる。圧接は、ネジ8を締め付けることにより行われる。ここで、図3に示す様に、基板体4は複数個(図示例では6個)直列に配置されている。

【0031】次に、各部の詳細について述べる。ここで、図5(a)、(b)に、基板体4の詳細構成を示す。図5において、(a)は半導体素子1及び絶縁基板2(図4中、左側)を示し、(b)は絶縁基板3(図4

中、右側)を示す。半導体素子1は、本例では平板状のIGBTチップ1a及びFWD(フライホイールダイオード)チップ1bからなる。ここで、両チップ1aは、直流-交流変換を行なうインバータにおける主要素子を構成している。

【0032】絶縁基板2、3は、高熱伝導性基板(本例では長方形、熱伝導率は例えば、約170W/mK)であり、半導体素子1である各チップ1a、1bの両面を挟んでいる。各基板2、3は例えば強化アルミニウム等からなる。まず、絶縁基板2の半導体素子1を挟む側の面、即ち内面2aには、図5(a)に示す様に、電極パターン21が配設されている。この電極パターン21は、銅やアルミニウム等の板材(例えば厚みが0.5mm程度の板材)から構成されており、面2aに例えば融着により直接取り付けられている。この場合、融着に代えて、ろう付けにより取り付けられるように構成しても良い。

【0033】ここで、電極パターン21の形状について説明する。電極パターン21は、図5(a)に示す様に、長方形の基板21aと、この基板21aの図5(a)右上隅部上方に向けて突設されて絶縁基板2からみ出した外部配線接続用の端子部21bとから構成されている。これら両部21a、21bは一体形成されている。

【0034】電極パターン21の基板部21aには、1GB Tチップ1a及びFWDチップ1bがろう付け(例えば半田付け)されている。この場合、IGBTチップ1aのコレクタ電極(図示せず)が基板部21aにろう材(例えば半田材)を介して接合されている。同様にしてFWDチップ1bの裏面銅電極(図示せず)が基板部21aにろう材(例えば半田材)を介して接合されている。

【0036】次に、絶縁基板3の半導体チップを挟む側の面、即ち内面3aには、図5(b)に示す様に、電極パターン31、32が配設されている。電極パターン31、32は、銅やアルミニウム等の板材(例えば厚みが0.5mm程度の板材)から構成されており、面3aに例えば融着により直接取り付けられている。この場合融着に代えて、ろう付けにより取り付けにより取り付けるように構成しても良い。

【0036】ここで、まず、電極パターン31の形状について説明する。電極パターン31は、図5(b)に示す様に、長方形の基板31aと、この基板31aの図5(b)左上隅部上方に向けて突設されて絶縁基板3からみ出した外部配線接続用の端子部31bとから構成されている。これら両部31a、31bは一体形成されている。

【0037】そして、基板部31bには、長方形をなす接合部33及び34が外方(図5(b)にて紙面上方)にむけて突設されている。この場合、接合部33の

大きさは、IGBTチップ1aのエミッタ電極11aとほぼ等しいか、または若干小さく設定されていると共に、突き出し高さは例えば0.5mm程度に設定されている。また、接合部34の大きさは、FWDチップ1bの表面側電極11bとほぼ等しいか、または若干小さく設定されていると共に、突き出し高さは例えば0.5mm程度に設定されている。

【0038】一方、電極パターン32には、外方(図5(b)にて紙面上方)にむけては正方形形状をなす接合部35が突設されている。この場合、接合部35の大きさは、IGBTチップ1aのゲート電極12aとほぼ等しいかまたは若干小さく設定されていると共に、突き出し高さは例えば0.5mm程度に設定されている。これら接合部33、34、35は、モリブデンやタングステン等で構成されており、それぞれ電極パターン31、32の上面に例えばろう付けにより直接取り付けられている。

【0039】そして、これら接合部33、34、35の上面に、ろう材(例えば、はんだ材)を印刷等により取り付け、半導体素子1及び2枚の絶縁基板2、3を重ね合わせると、IGBTチップ1aのエミッタ電極11a及びゲート電極12a、FWDチップ1bの表面電極11bが、それぞれ、絶縁基板3の接合部32、33、34にろう付けされて当接する。

【0040】続いて、上記各当接部分を加熱炉等を用いて加熱することがより行われる。これにより、上記各当接部分がろう付け(はんだ付け)されて接合される。こうして、基板4が形成される。なお、電極パターン21、31は、その端部に設けられた貫通穴21c、31cに棒状の電極を通してガルト等で締結固定することにより、両パターン21、31のうち、一方をバツテリに他方をモータに接続する。また、電極パターン32は、ワイヤボンディング等により、外部制御回路等に接続する。

【0041】次に、各ブロック5、6、7半導体装置100の放熱構造にかかる部分について述べる。まず、図4に示す様に、第1放熱ブロック5は、その断面が、ほぼ直角を成す2つの平面5a、5bと斜面5cを有する長方形の一部が切り取られた形状をなす。また、第2放熱ブロック6は断面が台形形状をしており、ネジ8が通る穴6aが形成されている。これら放熱ブロック5、6は、アルミニウム等の金属等の熱伝導性に優れた材料で、切削加工やダイカスト加工等により形成される。

【0042】冷却ブロック7は、複数の基板体(即ち半導体素子1の配列方向に延びる基板7aと、この基板7aの平面70aから突出し、平面70aとほぼ直角を成す平面70bを有する突出部7bと)から構成されている。また、冷却ブロック7内部には、高熱W(例えば水等)が通る冷却流路7dが半導体素子1の配列方向に延びるように形成されている。

放熱ブロック6と冷却ブロック7との接触界面において、各面は、上記図1〜図4では図示していないが、高熱伝導放熱材9を介して接続している。この高熱伝導放熱材9は、面熱性かつ柔軟性を有する樹脂材及び被覆層材に内包された熱伝導性の配合材からなる密着材で、各接触界面において、接触部材同士の密着性及び熱伝導性を確保して熱伝性を高めるものである。

【0050】詳しくは、図6に示す様に、高熱伝導放熱材9は、樹脂材9aの中に上記配合材としての高熱伝導率を有する配合材(フィラー)9bを、熱伝導性を高めるために高濃度(50vol%以上)に配合したものである。樹脂材9aは、絶縁基板2、3と放熱ブロック5及び冷却ブロック7との間を、隙間なく埋めることが出来る。また、上述した手順にて形成された基板4の各絶縁基板2、3の外周及び凹部72の両平面5a、70bの少なくとも一方に、液状の高熱伝導放熱材9を塗布する。

【0051】ここで、本例では、熱硬化型超弾性率材では、硬化後においても低粘度(例えば、2.5〜5cP)で弾性率が10MPa以下、好ましくは0.1MPa以下の熱硬化性樹脂であり、そのようなものとしてシリコン樹脂(例えば、80〜160Pa)を用いている。一方、配合材9bは、金属(例えば、銀とか銅)で平均粒径が5〜50μm好ましくは20〜50μmの大粒径球状粒子(大径フィラー)Aと、粒子Aに対して粒径比0.4ないし0.2、配合比1ないし1.3の小粒径球状粒子(小径フィラー)Bとの粒径の異なる粒子を混合したものをを用いている。

【0052】そして、樹脂材9aであるシリコン樹脂に配合材9bを配合した高熱伝導放熱材9は、熱硬化前は液体状態であるため、上記各接触面において少なくとも一方の面に塗布した後、互いの面を接触させた状態(つまり組付けた状態)で熱硬化させることで、両面を良好に密着する。こうして、樹脂材9aにより上記各接触界面を隙間無く埋めるとともに、配合材9bにより熱伝導が行われるため、上記各接触界面の放熱性が良好にできる。

【0053】そして、冷却ブロック7に接続されたネジ8により、第2放熱ブロック6を介して第1放熱ブロック5の斜面5cが押圧されている。それによって、第1放熱ブロック6において、平面5aは、冷却ブロック7の突出部7bの平面70b方向に、絶縁基板3の外周を押し、平面5aと垂直交する平面5bは、冷却ブロック7の突出部7bの平面70aに押し込まれている。よって、基板体4は、各絶縁基板2、3の外周を各ブロック5、7によって押圧され、凹部72内部にて圧縮固定されている。

【0054】ここで、上述の様に、基板体4、第1放熱ブロック5、及び冷却ブロック7の突出部7bは、ネジ8及び第2放熱ブロック6を中心として左右両側に対称に、対として設けられている。そして、1つの第2放熱

ブロック6が、共通の押圧部材として、左右一對の第1放熱ブロック5を介して、それぞれ左右一對の基板体4に接し、押圧を行なっている。

【0055】かかる構成を有する半導体装置100は、以下のようにして組付けられる。まず、放熱ブロック5の平面6b及び冷却ブロック7の突出部7bの平面70aの少なくとも一方に、液状の高熱伝導放熱材9を塗布する。また、上述した手順にて形成された基板4の各絶縁基板2、3の外周及び凹部72の両平面5a、70bの少なくとも一方に、液状の高熱伝導放熱材9を塗布する。

【0056】そして、放熱ブロック5を、冷却ブロック7の突出部7bの平面70aに置く。ここで、凹部72において、両平面5a、70bの間を、基板体4の厚み以上の間隔で開けておく。そして、基板体4を図4にて上方から凹部72に挿入し、両ブロック5、7間に仮固定する。続いて、第2放熱ブロック6を、穴6aとネジ穴7cとが対応するように、冷却ブロック7に置く。

【0057】次に、ネジ8を、図4にて第2放熱ブロック5の上方から、両穴6a、7cに挿入し締結する。このとき、ネジ8を挿入していくと、両放熱ブロック5、6の斜面5c、6bの形状作用により、第2放熱ブロック6は第1放熱ブロック5の斜面5cに沿って押入方向に滑る。そのため、左右一對の第1放熱ブロック5が押し広げられ各基板体4を押し、各基板体4が凹部72内部にて各ブロック6、7に圧接固定される。こうして、半導体装置100が完成する。

【0058】なお、図3及び図4に示す例では、電極パターン21、31における貫通穴21c、31c側の端部が、同一方向(図中の上方)に取り出されているが、この取り出し方向は限定されるものではなく、例えば、全て図3及び図4中の紙面垂直方向に取り出したものとしても良いし、個々の基板体4毎に異なった方向へ取り出したものとしても良い。

【0059】次に、本実施形態の放熱作用について、図4中のネジ8から左側部分を例にとって述べる。IGBTチップ1a及びFWDチップ1bで発生する熱は、IGBTチップ1a及びFWDチップ1bの裏面(絶縁基板2側)から絶縁基板2、そして、絶縁基板2の外周から高熱伝導放熱材9を経て冷却ブロック7の突出部7b、そして高熱Wへと、順次、スチームに伝導され、速やかに放熱される。

【0060】同時に、IGBTチップ1a及びFWDチップ1bの表面(絶縁基板3側)からも絶縁基板3、そして、絶縁基板3の外周から高熱伝導放熱材9を経て第1放熱ブロック5へ、次に、第1放熱ブロック5の平面5bから高熱伝導放熱材9を経て冷却ブロック7の突出部7b、更に高熱Wへとスチームに伝導され、速やかに放熱される。このように、半導体素子1両側から放熱がなされる。

【0061】ところで、本実施形態によれば、基板4に直接接合して放熱させる第1放熱ブロック5及び冷却ブロック7を1つの放熱体とした場合、基板4を固定する第2放熱ブロック6及びネジ8は固定部材に相当する。これにおいて、基板4と固定部材であるネジ8と放熱体6、7に対して同一方向から挿入可能となっているため、組付が容易とできる。

【0062】ここで、ネジ8は、冷却ブロック7に挿入された際に第1放熱ブロック5を挿入方向に押圧して冷却ブロック7に支持させる支持部材であり、第2放熱ブロック6は、ネジ8の挿入により突出部対向面5aを突出部7b方向に押圧して基板4を凹部72にて圧接する押圧部材である。なお、支持部材としては、締結部材であるネジ8に限定されない。また、押圧部材である第2放熱ブロック6は、より放熱性を向上させるべく、熱伝導性を有する部材から成されているが、熱伝導性を有する部材でなくともよい。

【0063】さらに、本実施形態では、各部材が放熱体6、7に対して一方から挿入可能であるため、基板4、即ち半導体素子1が複数個の場合でも、放熱体6、7の第1配線面70aに複数個の凹部72を自由に2次元的に配置でき、素子の配置自由度が高くなる。例えば、図4において各ブロック5、6、7を板面垂直方向に近接し、基板4を板面垂直方向に複数個配列させることも可能である。

【0064】また、本実施形態によれば、固定部材6、8で押圧を行なう前では、基板4は凹部72に挿入するだけで両ブロック5、7に挟まれて仮固定されるので、余分な組付治具が不要とでき、組付が容易とできる。また、本実施形態によれば、1つの共通な押圧部材6なら第2放熱ブロック6で一方の基板4を固定でき、さらに全体としては6つの基板4を9つの第2放熱ブロック6及びネジ8で組付できる。よって、組付工数が低減でき、組付が容易とできる。

【0065】また、本実施形態によれば、冷却ブロック7の内側に、複数個の基板4を冷却するための溝が設けられ、冷却波路7dを形成しているから、各基板4毎に別々の冷却波路を形成したり、冷却波路をつなぐ別体の接続部材（パイプ等）等が必要とでき、構造が簡単小型化した水冷式の半導体装置を提供できる。また、本実施形態によれば、冷却波路7dを、複数個の基板4全体に及び主波路70dと各基板4の片面近傍に延びる副波路71dとから構成している。本実施形態では、半導体素子1において、特に片面の方が他面より顕著に発熱が大きいために、凹部72が他面より顕著な半導体素子を用いた場合、その面側の近傍に副波路71dを配線することができ、効率的な放熱が可能となる。

【0066】また、本実施形態によれば、基板4の片面は、冷却波路7dの副波路71dを流れる冷却水Wにより

って効率的に放熱され、他面は放熱ブロック6を介して冷却ブロック7に放熱できるから、冷却波路7dを各半導体素子1の両面に回り込ませるような波路構成に比べて、簡単な波路構成とした水冷式の半導体装置を提供できる。

【0067】また、本実施形態によれば、半導体素子1とその両面に熱伝導性を有する一方の絶縁基板2、3によって挟んで基板4を構成し、一方の絶縁基板2、3をそれぞれ各ブロック5、7に接合させるようにしており、半導体素子1の絶縁性が良好に確保できる。また、本実施形態によれば、冷却ブロック7の半導体素子1搭載部位である平面70aと反対側の面71aを平面とし、この面71aを装置の取付面としているから、搭載が容易とできる。

【0068】また、本実施形態では、IGBTチップ1a及びFWDチップ1bの各種極と絶縁基板2、3の電極パターン21、31、32とをろう付けにより接合したので接合（接線）部分の面積が大きくなる。これにより、電気抵抗及び熱抵抗を小さくすることができ、大電流を流すことが可能になる。ところで、上記例では密着材として高熱伝導放熱材9を用いたが、この高熱伝導放熱材9について、以下、より詳しく述べる。

【0069】従来、半導体装置において、半導体素子を搭載する絶縁基板と放熱部材との2つの基材を貼り付け、放熱させる構造においては、放熱性のグリースが用いられてきた。これは、シリコンオイルに、アルミナや酸化ホウ素など絶縁性で熱伝導率が高い充填材を配合したものである。例えば、アルミナは熱伝導率：約20～30W/mK程度、酸化ホウ素（六方）は約40W/mK程度である。また、これらを配合したグリース自体の熱伝導率は約0.8W/mK程度である。

【0070】上記2つの基材間の放熱性を良好に保つためには、なるべく、空気などの隙間を入れず、かつ貼り合わせる面の隙間を薄くすることが必要である。なぜなら、空気の熱伝導率は約0.03W/mKと低いからである。また、2つの基材間の熱抵抗（熱の伝わり難さ）は2つの基材間に挟まれた物質の熱伝導率に反比例し、その厚さに比例するからである。

【0071】一般に、基材の面には数 μm の凹凸やうねりが存在する。従って、単に、基材同士の間を貼付けただけでは、この凹凸やうねりにより基材間に数 μm の隙間が発生することになる。従来の放熱性グリースは、2つの基材間に盛りこんで、この凹凸やうねりを柔軟に埋め、2つの基材間に隙間が発生することを低減する効果をもつ。また、グリースを塗布しても、2つの基材間の隙間がなるべく厚くならないようにすることが重要である。

【0072】このような観点から、従来の放熱性グリースは、凹凸やうねりを埋め込むのに十分な低い粘度を有する必要がある。一般に、放熱性を高めるには、高熱伝導

性のフィラの配合量を増加させる必要があるが、これは同時に粘度の上昇も引き起し、凹凸が埋め込めなくなったり、塗布厚みが厚くなるという問題がある。これを解決するには、放熱グリースのベースとなるオイルの粘度を下げる手法が考えられるが、粘度の低いオイルは、製品が高温に晒される場合は、高温時にさらに粘度が低下し、オイル成分が凝れだすという不具合を引き起こす。特に、極めて高い発熱率という不具合を有する、製品動作時の温度が高く、ベースオイルの低粘度化により高放熱化が行えない。

【0073】なお、放熱性グリースはオイルをベースとしているため、接着力がない。2つの基材の固定は、別途ネジ締めや、あるいは、本実施形態のような、大きなブロック材で挟み込むなどの機械的固定が必要である。一方、従来、高熱伝導な接合材として導電性ペーストまたは導電性接着力がある。これは本来、電気導電性を確保するために使われる材料である。一般的には熱硬化できるエポキシ樹脂に炭状のAgフィラを配合する。Agは、導電性が良好であるとともに、熱伝導率も高い。Agの熱伝導率は約400W/mKと高く、これを配合した導電性ペーストは熱伝導率が約2～3W/mK程度であり、放熱グリースより高い。

【0074】さらに、Agの含有率を増加させれば、熱伝導性は向上するが、放熱性グリースと同じように粘度の上昇が起る。また、一般に導電性を確保するには、Agフィラ同士を接触させる必要がある。熱硬化させることで比較的に固くなるエポキシ樹脂（弾性率で数GPa程度）でAgフィラ同士を拘束することで、この接着力を保つ。

【0075】Agフィラの含有率を増加させていくと、相対的にエポキシ樹脂の割合が低下し、この接着力が低下するため、導電性が低下していくことがわかってい

る。また、同時に、接着力も低下する。このため、従来の導電性ペーストでは、Agの含有率を90wt%程度を上限としている。さらに、放熱性グリースがオイルをベースとしているため、2つの基材間で、熱応力による相対変位が加わった時に、これに柔軟に追従できるのに対し、熱硬化した固くなった導電性ペーストでは、この相対変位によりクラックを引き起し、このクラックにより発生する隙間により放熱性が低下するという問題点がある。

【0076】本発明者等は、上記のような高放熱のデバイスにおける2つの基材間を貼り合わせるための材料に関する検討に基づき、このような材料においては、高放熱性と柔軟性を併せ持ち、かつ耐熱性が要求されると考えた。しかし、このような要求に対し、従来の放熱性グリースや導電性ペーストはいずれも十分なレベルにない。

【0077】そして、さらに、検討を進めた結果、上記高熱伝導放熱材9のように、面熱性かつ柔軟性を有する

樹脂9a及び該樹脂9aに内包された熱伝導性の配合材9bからなる密着材を用いれば、各接合界面において、基材同士の密着性及び熱伝導性を確保して放熱性を高めることができることを見いだした。ここで、面熱性かつ柔軟性を有する樹脂9aとしては、例えば、弾性率0.1MPa以下の熱硬化性樹脂が好ましい。そのようなものとしては、上記シリコーン樹脂の他に、シリコーン系樹脂やポリエステル系樹脂、あるいは面熱性ゴム等がある。

【0078】以下、これら樹脂9aに種々の配合材9bを配合した種々の手段を、図7ないし図9に示す。なお、これら各図中、a1及びa2は、貼り合わされる2つの基材であり、上記例においては、絶縁基板2、3、各ブロック5、6、7に相当する。まず、第1の手段は、上記図6に示した高熱伝導放熱材9と同様のものでは、熱硬化しても低い弾性率を保つシリコーン樹脂（硬化後の弾性率0.1MPa以下）等の樹脂9aに、配合材9bとして高放熱性のフィラを混合した高熱伝導放熱材9である（図7(a)）。

【0079】ここで、樹脂9aは、熱硬化により全体が3次元架橋しているため、製品が高い温度（例えば150℃以上）に晒されても、従来の上記放熱性グリースのように流れだすことがない。また、弾性率が低いので、2つの基材a1及びa2間の相対変位に柔軟に追従することができ、従来の上記導電性ペーストのようにクラックが発生することがない。

【0080】特に、上記例では、デハイスの絶熱性、別途絶縁基板2、3で確保する構造のため、従来の放熱性グリースのような絶縁性フィラは特に必要なく、より熱伝導率の高い金属系フィラ（Ag、Cuなど）などを用いることができる。本発明者等の検討によれば、熱硬化前の粘度が約0.3Paのシリコーン樹脂（樹脂材）に、平均粒径6 μm の球状Cuフィラ（配合材）を93wt%配合した場合、熱伝導率1.3W/mKを達成できる。

【0081】また、本第1の手段においては、図7(a)に示す様に、さらに、フィラを高充填するため、大径フィラAの隙間に小径フィラBを詰め込むべく、粘度上昇を抑えながら高充填化できることがなかった。例えば、上述した様に、平均粒径が5～60 μm 好ましくは20～50 μm の大径球状粒子（大径フィラ）Aと、粒子Aに対し、径比0.4ないし0.4

2、径比1:1ないし1:1.9の小径球状粒子（小径フィラ）Bを混合する。

【0082】ここで、これらフィラA、Bの充填率は次のようにして算定することができる。すなわち、フィラ単体の質量を計り取り、その重量を算出する。フィラ材質の真比重を用いてフィラ体積に換算する。定容量全体の体積に占めるフィラの体積を計算する。この測定方法で、0.2cm³/cm³以上あることが望

度、配合材9bを構成するフイラ同士を連結させる。このように連結フイラの一側をAgフイラを例にとつて説明する。

【0089】Agの球状フイラ(粒子)は、溶液中で結晶成長させることで、製造される。この成長中に、Agフイラ同士に縦長が傾くように溶液を調整することである程度成長したAgフイラ同士が凝集し、この状態で成長が進む。結果として、複数の球状のAgフイラが連結した形となる(図8(a)参照)。このようなフイラの例としては、極力化学研究所のE-20などが例示される。本発明者等の検討によれば、このAg連結フイラを用いた場合、フイラ含有率が79wt%程度と低くても熱伝導率が2.0W/mKまで達成できる。

【0090】また、本第3の手段の他の例として、金属ワイヤを用い、これを布状に織った、金属のメッシュを配合材9bとして用いる。これを2つの基材a1及びa2間に置き、樹脂を塗布して接合することもできる。金属ワイヤを予め織ること、ワイヤ同士が接触する。さらにワイヤは基材a1及びa2の面とも接触し、高い導電性を示す(図8(b))。

【0091】金属ワイヤの間の隙間は、樹脂材9aを充填されて埋められている。さらに、この隙間を上記第1および第2の手段で示した高放熱性フイラを配合した樹脂で埋めると効果が高い。さらに、金属メッシュと、連結フイラを組み合わせて配合材9bとして使用すると、より放熱効果は高い。

【0092】本発明者等の検討によれば、直径約100μmのCuワイヤで織った金属メッシュ(100メッシュ、厚み約200μm)に、上記Ag連結フイラを配合したシリコーン樹脂を塗布した構造で、熱伝導率8W/mKが達成できることを確認した。なお、メッシュの材質としては、金属繊維のみならず、放熱性の高い炭素繊維などを用いることができる。

【0093】第4の手段は、樹脂材9aに配合された配合材9bを、2つの基材a1及びa2に確実に直接接合させるようにした構成としたものである。つまり、配合材9bを高放熱性の介在物として2つの基材a1及びa2間を直接連結させるようにする。本第4の手段の場合も、各基材a1及びa2のうねりや凹凸に柔軟に対応できるように、介在させる配合材(介在物)9bの材質は柔軟性を持たせる工夫がなされている。その介在物の具体例を以下の第1ないし第4の例に示す。

【0094】まず、第1の例は、柔軟性を持つ繊維である。繊維はその直徑が細ければ、繊維自体が曲がることにより柔軟性を持つことができる。このような繊維を、2つの基材の間にその繊維の両端が接するように配置する。実際に、繊維自体では、そのような構造にすることが困難のため、まず、樹脂材9aとして例えば柔軟性のある柔らかいゴムを用い、このゴムの中に繊維の方向を描いて埋め込む。これを適当な厚さに切り出す。これ

を2つの基材間に挟む(図8(c)参照)。なお、樹脂材9aとしては、ゴム以外にもシリコーンゴム、シリコーン系樹脂、ポリエステル系樹脂等が用いられる。

【0095】繊維もこれを支えるゴムも柔軟性があるため、基材a1及びa2の凹凸に沿って変形し、繊維の両端が基材a1及びa2に接するようになる。この繊維方向に放熱経路が確保され、良好な放熱ができるようになる。繊維の材質としては、ガラス繊維、釣り糸などのナイロン系樹脂、金属(Cu、Ni、Au、Ag等)、炭素繊維などを用いることができる。この場合、金属、炭素繊維は熱伝導性が良好な材料なので、高い放熱効果が得られる。

【0096】さらに、図8(d)に示す様に、ゴム部分を表面から酸やアルカリ等の液によるエッチング等により除去し、基材a1及びa2との接触部分に、繊維のみが存在する(図8(d)にて、符号90b部分)箇所が大きくなるようにすれば、さらに柔軟性が増加し、基材a1及びa2との接触が取りやすくなる。また、繊維自体の柔軟性が高くなっても樹脂材9aの部分が、基材a1及びa2に接み込まれた状態で、一旦溶融するようにすれば、繊維が凹凸やうねりに合わせ変形したり、移動することが可能となる。

【0097】例えば、室温で固体である熱硬化性樹脂でこの構造体を製造しておき、基材で板状状態で加熱する。加熱により樹脂が溶融し、この時、繊維が基材に沾って変形、移動する。その後、熱硬化し、固化することである。繊維が固定される。あるいは、熱可塑性樹脂を用い、組み付け時に加熱し、一旦溶融させ、そのまま冷却することで固化させてもよい。

【0098】次に、第2の例は、基材のうねりや凹凸でできる隙間よりも大きな径を持つ柔軟性の基材91bの表面に熱伝導性の高い放熱層92bを取付けた配合材9bである。例えば、柔軟性を持つポリエステル(芯材)の表面に、金属をめっきして放熱層にする。このようなものを、2つの基材a1及びa2で挟み込むことで、芯材91bが変形し、その表面の放熱層92bが2つの基材a1及びa2に直接接合する(図9(a)参照)。

【0099】なお、2つの基材a1及びa2の間の隙間より小さな径の配合材9bであっても、これを織ったりより小さな径の繊維を、柔軟性を保ちながら、厚みを増す方法をとってもよい。このような配合材(介在物)の事例としては、日清紡(株)の「デンジークロス」(芯材:ポリエステル、放熱層:ニッケルの繊維を布状に織ったもの)や繊維(株)の「チキストグラス」(芯材:ガラスファイバー、放熱層:ニッケル)などが例示される。また、球状の樹脂ビーズの表面に、金属めっきを施したものでよい。

【0100】次に、第3の例は、金属不織布を配合材9bとしたものである。金属不織布とは、短い金属繊維を寄せ集め、圧縮して、お互いを連結させることで、布状

にしたり、あるいは長い金属繊維をランダムに絡ませ、圧縮して布状にした材質である。細かい繊維が重なり合っているため柔軟性があり、基材の凹凸に合わせ、変形できる(図9(b)参照)。なお、金属ではなく、炭素繊維による不織布を用いてもよい。

【0101】さらに、第4の例は、部分的に、柔軟な部分を持つ金属フイラを配合材9bとしたものである。例えば、Ni粒子の表面に、突起が多岐突出したフイラが利用できる。これを基材a1及びa2で挟むと、突起の部分は、細いため剛性が弱く、これが基材に沿って変形することで、直接接合する(図9(c)参照)。また、波形に変形させた金属箔や、凹凸を持った金属箔を配合材9bに用いた場合でも、同様に、2つの基材a1及びa2で挟んだ場合、波形や凹凸部分が、基材に沿って変形する(図9(d)参照)。

【0102】なお、これら第1～第4の例に示した介在物としての配合材9bは、1つだけでも、2以上を組み合わせて用いてもよい。さらには、可能であるならば、上記第1～第4の手段に示した各高熱伝導放熱材9を適宜組み合わせることで適用してもよい。また、高熱伝導放熱材9における各手段の適用は、上記例に示した基板4を両側から加熱させる半導体装置に限定されるものではない。例えば、半導体素子の一面を絶縁基板を介して放熱部材(例えば、上記冷却ブロックや従来の放熱フィン等)に接合させた半導体装置、即ち、半導体素子の片側のみを加熱させる半導体装置に適用しても有効である。

【0103】(第2実施形態)図10に本発明の第2実施形態に係る半導体装置100を示す。なお、基板4は、上記第1実施形態と同一であるが、図10中、絶縁基板2、3からはみ出した電極パターン21、31は省略してある。また、図10中、上記第1実施形態と同一部分は同一符号を付し、以下、主として異なる部分について述べる。

【0104】図10に示す様に、本実施形態では、冷却ブロック7において、基台7aの平面70aから同一方向に突出する同一形状の2つの突出部7bを形成しており、これら2つの突出部7bの間で、1つの基板4を圧接固定する構造である。各突出部7bは、上記第1実施形態と同様に、平面70aとほぼ直角を成す平面70bを有するが、基台7aに行くにつれて太くなっており、この平面70bと反対側は斜面78を構成している。そして、各突出部7bは内部に副溝71bを有する。

【0105】また、本実施形態では、第1放熱ブロック6の形状が上記第1実施形態とは異なる。図10に示す様に、本実施形態の第1放熱ブロック6は、その平面(突出部対向面)6aと冷却ブロック7の側面(図10にて左側)突出部7bの間に凹部72を構成することは同一である。しかし、冷却ブロック7との接触が基台7aではなく、他側(図10にて右側)突出部7bの斜面

7.3にて行われている。そのため、第1放熱ブロック5において、他側突出部7bの斜面7sと接する突出部接端面(平面5aと反対側の面)6.3は、他側突出部7bの斜面7sと対応した斜面形状を構成している。

【0106】また、本実施形態では、上記第1実施形態に示す第2放熱ブロック6の代わりに、ゴムやバネ材等からなる弾性部材14が押圧部材として用いられている。また、ネジ7cは他側突出部7bによって他側突出部7bに固定され片持ち状態となる。そして、ネジ8の挿入に伴い、自由な他側側にて、第1放熱ブロック5の上面を押圧する。すると、第1放熱ブロック5は、斜面上で突出部接端面5.3は、他側突出部7bの斜面7.3に押圧される。そのため、平面5aは、一側突出部7bの平面7.0b方向に、絶縁基板3の外面を押圧し、基板4は、各絶縁基板2、3の両外面を押圧され、凹部7.2内部に圧固定される。

【0107】また、絶縁基板2、3と各ブロック6、7との接合界面、及び、両ブロック5、7の接合界面は、上記同様の高熱伝導放熱材9が介在しており、接合部材同士の密着性及び熱伝導性を確保して放熱性を高められている。そして、本実施形態においても、上記第1実施形態と同様に、基板4とネジ8とが同一の挿入方向となっており、組付の容易化及び素子の設置自由度向上が図られている。また、第1放熱ブロック5による基板4の固定も可能である。また、単一の冷却流路7dによる構造の簡単化及び小型化も図れる。

【0108】(第3実施形態) 図11に本発明の第3実施形態に係る半導体装置100を示す。なお、基板4は、上記第1及び第2実施形態と同一であるが、上記図10と同様に、図11中、電極パターン21、31は省略してある。また、図11中、上記第1実施形態と同一部分は同一符号を付し、以下、主として異なる部分について述べる。

【0109】本実施形態の第1放熱ブロック5は、図11に示す様に、上記第1実施形態の第1放熱ブロック5において斜面5cの短い断面長方形としたものである。そして、本実施形態でも、上記第2放熱ブロック6の代わりに、ゴムやバネ材等からなる弾性部材14が押圧部材として用いられている。ここで、押圧部材14は、第1放熱ブロック5を図11にて上方から下方へ押さえ付ける第1押圧部材14aと、第1放熱ブロック5を図11にて右方から左方へ押さえ付ける湾曲形状の第2押圧部材14bとからなる。

【0110】本実施形態においても、図11にてネジ8の右側に、左側と同様の構成を対称に設ければ、上記第1実施形態と同様の効果が得られる。

(第4実施形態) 図12に本発明の第4実施形態に係る半導体装置100の概略断面構成を示す。本実施形態の

絶縁基板2、3との接合界面、及び、第1放熱ブロック6と冷却ブロック7との接合界面において、各面は高熱伝導放熱材9を介して接合している。そして、放熱作用について述べる。基板4にて発生した熱は、絶縁基板2の外面から冷却ブロック7の基台部7aへ伝わり、同時に、絶縁基板3の外面から第1放熱ブロック5、冷却ブロック7の突出部7bへ伝わり、冷却Wへ放熱される。このように、半導体素子1の両側から放熱が成される。

【0111】かかる図12に示す半導体装置100においては、基板4の凹部7.2への挿入時における両ブロック5、7による仮固定の効果を除いては、上記第1実施形態で述べたのと同様の作用効果を奏する。なお、本実施形態においても、図12中の破線K'にて示す様に、基板4側の肉厚が主流路7.0dと同程度となるように、副流路7.1dの形状を設定すれば、上記第1実施形態と同様の効果が期待できる。

【0118】(第5実施形態) ところで、上記第1実施形態において、放熱体5、7に冷却流の凹部7.2を設けたことを述べたが、本実施形態は、そのような複数の凹部7.2を配置可能なとした半導体装置において、固定部材に改良を加えたものである。本実施形態の半導体装置100の概略断面構成を図13に示す。

【0119】図示例では、放熱体5、7に6個の凹部7.2を設け、各凹部7.2に基板4を挿入したものである。ここで、固定部材は、第1放熱ブロック5を介して基板4を凹部7.2に圧接するための第2放熱ブロック(押圧部材)6と、この第2放熱ブロック6を介して全ての基板4を同一方向から同時に押さえつけることのできる可能なプレート(一括押さえ部材)20と、このプレート20を放熱体5、7に固定するためのネジ8(支持部材)とを有している。

【0120】プレート20は、板状本体の一面から同一方向に突出する棒状の突起部20a、20bを有する。また、各第2放熱ブロック6のうち少なくとも1つ(図示例では3個のうち中央の1個)には、上記ネジ8を挿入するための上記穴6aが形成されるとともに、その上面に窪んだガイド部6dが形成され、また、穴6aの無いもの上面には窪んだガイド部6cが形成されている。冷却ブロック7には、穴6aに対応した部分に上記ネジ穴7cが形成されている。

【0121】そして、プレート20は、図13に示す様に、プレート20に形成された貫通穴にネジ8を挿入し、真ん中の第2放熱ブロック6の穴6aを通して冷却ブロック7にネジ結合されている。このとき、プレート20の突起部20aは、その先端部が左側の第2放熱ブロック6のガイド部6cにはめ込まれて固定され、また、突起部20bは、その先端部が中央のガイド部6dにはめ込まれて固定され、これら第2放熱ブロック6を、ネジ8の挿入方向に押圧する。

【0122】ネジ8の挿入結合により、3個の第2放熱ブロック6はネジ8の挿入方向に押圧されるため、各第2放熱ブロック6は、第1放熱ブロック5を介して、両側の一方の基板4を凹部7.2に圧接させることができ、このように、本実施形態によれば、複数の基板4の各々に対して1個のネジ8により放熱体5、7への固定がなされるため、固定作業が容易とできる。

【0123】なお、基板4を2次元状に配置する合にも、配置面側に応じた面積を有し且つ個々の第2放熱ブロック6に対して押さえ用の突起部20a、20bを有するプレート20を採用すればよい。この場合も、上記図13の構成に基づけば、少なくとも1個の第2放熱ブロック6は、直接、ネジ8を利用して押圧することになるが、別途、冷却ブロック7にネジ穴を設け、すべて第2放熱ブロック6を突起部20aにて押圧するようによりよい。

【0124】また、プレート20は、ネジ8により放熱体5、7に固定するものでなくともよく、例えば、放熱体5、7における冷却ブロック7の外周部に、プレート20と冷却ブロック7とをクリップ等にて固定するようしてもよい。以上述べたように、上記各実施形態において、基板4は、片面を冷却ブロック7へ、他面を第1放熱ブロック5を介して冷却ブロック7へと、それぞれ接合させ、効率的に放熱できる。また、これら各接合面は、固定部材6、8、14により押圧されているため、より接合がしっかりしたのとなっている。さらに、基板4と各ブロック6、7との接合面に高熱伝導放熱材9を介在させて、密着性を確保し、より高いレベルで放熱が確保されている。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態に係る半導体装置の全体構成を示す斜視図である。

【図2】図1のA矢視図である。

【図3】図2のB-B断面図である。

【図4】図3の部分拡大図である。

【図5】上記図1ないし図4に示す基板4の詳細構成を示す図である。

【図6】本発明に係る密着材の構成を示す説明図である。

【図7】本発明に係る密着材の種々の手段を示す図であり、(a)は第1の手段、(b)は第2の手段を示す。

【図8】上記密着材の種々の手段を示す図であり、(a)及び(b)は第3の手段、(c)及び(d)は第4の手段の各例を示す。

【図9】上記密着材の種々の手段を示す図であり、(a)乃至(d)は第4の手段の各例を示す。

【図10】本発明の第2実施形態に係る半導体装置を示す図である。

【図11】本発明の第3実施形態に係る半導体装置を示す図である。

(15)

【図12】本発明の第4実施形態に係る半導体装置の縦断面図を示す図である。

【図13】本発明の第5実施形態に係る半導体装置の縦断面図を示す図である。

【符号の説明】

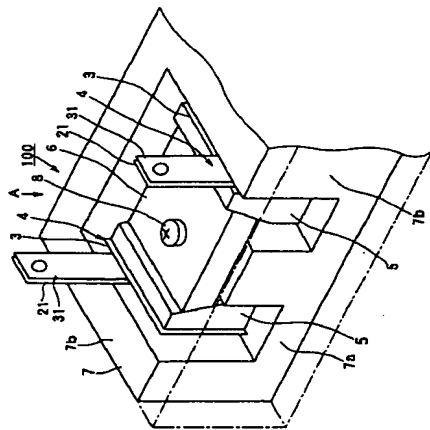
1…半導体素子、2、3…絶縁基板、4…基板、5…第1放熱ブロック、5a…第1放熱ブロックの突出部、6…第2放熱ブロック、7…冷却ブロック、7a

特開2000-91485(P2000-9)

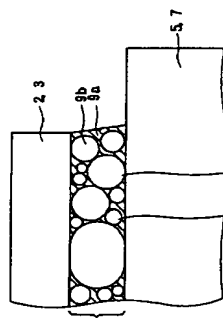
…冷却ブロックの基台部、7b…冷却ブロックの突出部(第1の突出部)、71a…冷却ブロックの装設取付面、7d…冷却放熱路、70d…冷却放熱路の主放熱路、71

d…冷却放熱路の副放熱路、7e…冷却ブロックの第2の突出部、8…ネジ、9…高熱伝導放熱材、9a…樹脂材、9b…配材、14…弾性部材、20…プレート、72…凹部、91b…芯材、92b…放熱層。

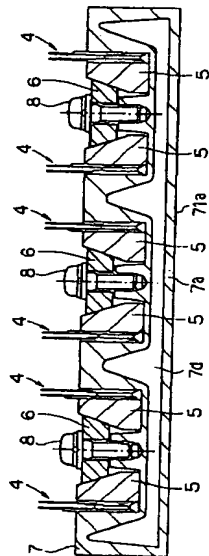
【図1】



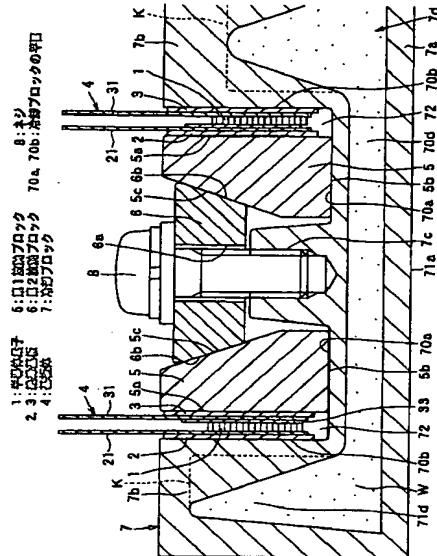
【図6】



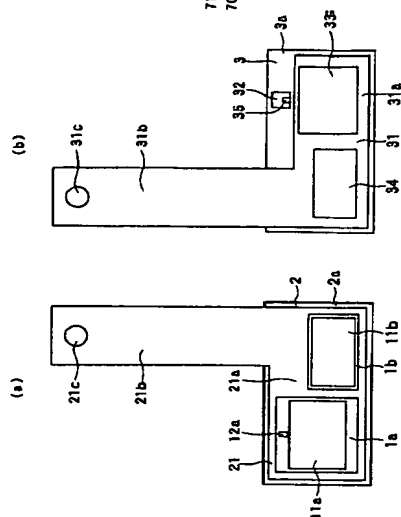
【図3】



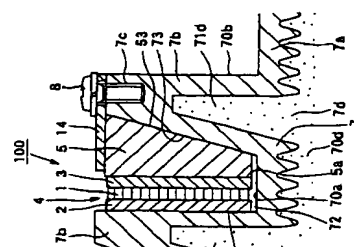
【図4】



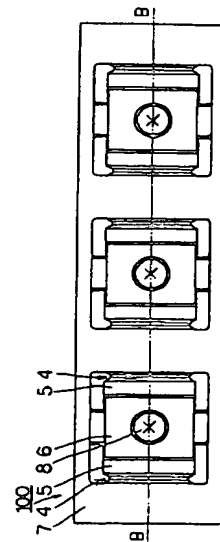
【図5】



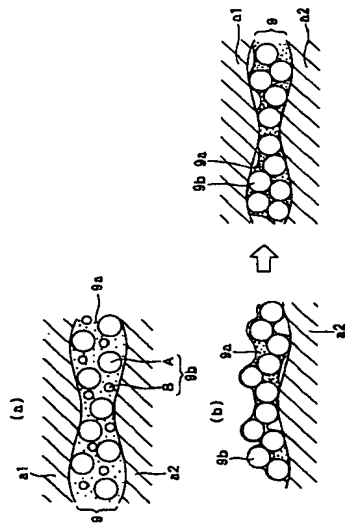
【図10】



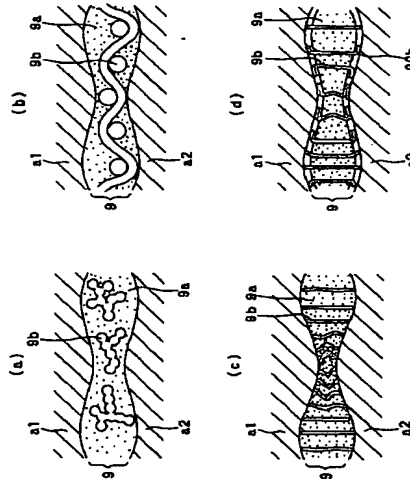
【図2】



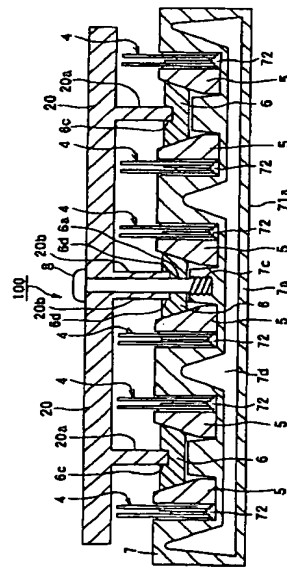
【図7】



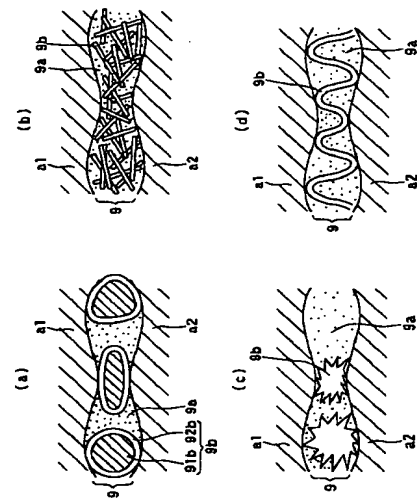
【図8】



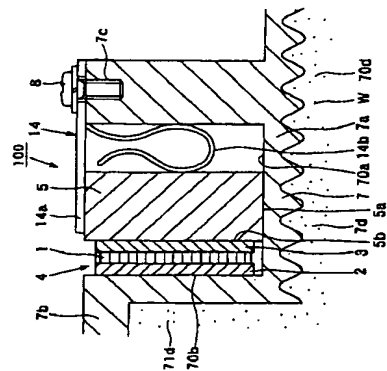
【図15】



【図9】



【図11】



【圖 12】

